



71 Anmelder:  
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

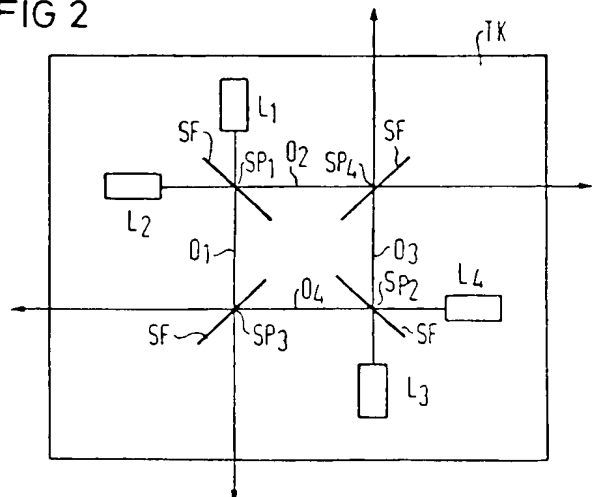
72 Erfinder:  
Bialas, Joachim, Dr., 8024 Deisenhofen, DE; Deubel,  
Karl, Dipl.-Phys., 8000 München, DE; Hörmann,  
Ewald, Dipl.-Ing., 8150 Holzkirchen, DE; Smola, Jan,  
Dipl.-Ing.; Steinhauser, Karl-August, Dr.;  
Westhauser, Elmar, Dipl.-Phys., 8000 München, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Optisches Sendemodul

Optisches Sendemodul zur Signalübertragung, bei dem Lichtanteile aus mehreren Lichtquellen (Ln) über teildurchlässige Spiegelflächen (SF) auf mehrere Lichtwellenleiter (LWL) verteilt werden. Die teildurchlässigen Spiegelflächen (SF) werden dabei derart positioniert, daß die optischen Achsen (On) der Lichtquellen zusammenfallen und eine Kombination von Lichtanteilen der im Sendemodul enthaltenen Lichtquellen (Ln) entsteht.

FIG 2



Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein optisches Sendemodul zur Signalübertragung aus mehreren Lichtquellen auf mehrere Lichtwellenleiter. Ein derartiges Sendemodul zur optischen Digitalsignalübertragung wurde z.B. auf der ECOC 1986, Barcelona vorgestellt, (Proceedings Seite 447 – 450 von K. Fußgänger, W. Köster, HD. Saller, T. Vollmer). Bei dem dort (Seite 449) gezeigten optischen Multiplexer werden mehrere optische Lichtquellen über mehrere optische Richtkoppler zu einem optischen Sendesignal vereinigt. Die dargestellte Anordnung und im besonderen die darin verwendeten optischen Richtkoppler haben dabei den Nachteil, daß wesentliche Anteile der Lichtleistung durch Koppelverluste verloren gehen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Weg zu zeigen, wie bei einem optischen Sendemodul der eingangs genannten Art die Koppelverluste vermindert werden können. Ferner wird mit der Erfindung eine Anordnung geschaffen, die als Einheit bei kleinen Abmessungen leicht in Massenfertigung herstellbar ist.

Die Aufgabe wird durch im Patentanspruch 1 oder 2 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben. Besonders vorteilhaft ist, daß die Kombination mehrerer Lichtsignale und ihre Verteilung in einem Modul stattfindet. Hierzu werden im Fall von zwei Lichtquellen (Sendern) ihre Strahlen mittels einer teildurchlässigen Spiegelfläche räumlich aufgespalten und miteinander überlagert. Die teildurchlässige Spiegelfläche bildet die Winkelhalbierende der von den Sendern kommenden Lichtstrahlen, so daß der reflektierte Teilstrahl des einen Senders mit dem durchgelassenen Teilstrahl des anderen Senders kombiniert wird und umgekehrt. Die beiden kombinierten Strahlen enthalten dadurch die Signale der beiden Sender. Sie können entweder in je einen Lichtwellenleiter eingekoppelt werden oder mit Hilfe von weiteren teildurchlässigen Spiegelflächen auf eine Vielzahl von Lichtwellenleitern aufgeteilt werden. Die Erfindung bringt den Vorteil mit sich, daß die von den Lichtquellen ausgesendete Lichtleistung bestmöglich für die Übertragung ausgenutzt werden können.

Eine Weiterbildung der Anordnung nach der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß vier Lichtquellen auf mindestens vier Lichtwellenleiter verteilt werden. Hierfür werden, wie oben beschrieben, je zwei Lichtquellenstrahlen miteinander überlagert. Danach wird ein Teilstrahl des einen Lichtquellenpaares mit Hilfe eines Strahlteilers wie oben beschrieben, mit einem Teilstrahl des anderen Lichtquellenpaares überlagert. Nach dem gleichen Verfahren werden die zwei verbleibenden Teilstrahlen miteinander kombiniert. Die so entstandenen vier Teilstrahlen enthalten die Signale aller vier Lichtquellen und können in vier Lichtwellenleiter eingekoppelt werden. Je nach Bedarf können sie auch durch weitere Teilung (aber ohne weitere Überlagerung) auf noch mehr Lichtwellenleiter verteilt werden.

Dies bringt den Vorteil mit sich, daß die von einer Mehrzahl von Lichtquellen ausgesendeten Lichtwellen über teildurchlässige Spiegelflächen überlagert werden, so daß eine Vielzahl von an das Sendemodul angeschlossenen Lichtwellenleitern damit gespeist werden können.

Eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Befestigung und/oder Justierung der teildurchlässigen Spiegelfläche auf dem einen Trägerkörper, die weiteren Komponenten des Sendemoduls auf dem anderen Trägerkörper angeordnet sind.

Durch diese Anordnung kann in einfacher Weise eine exakte Winkeleinstellung der teildurchlässigen Spiegelfläche durch Justierhilfen verwirklicht werden. Die aktiven und passiven Sendekomponenten können dabei vorteilhaft von den Spiegelflächen getrennt angeordnet auf einen separaten Trägerkörper eingebracht werden.

Die Erfindung soll im folgenden mittels in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert werden.

Dabei zeigen

Fig. 1 die schematische Darstellung eines Sendemoduls mit zwei Lichtquellen und einem 3dB-Strahlteilerplättchen,

Fig. 2 die schematische Darstellung eines Sendemoduls mit vier Lichtquellen und einer gleichen Anzahl von 3dB-Strahlteilerplättchen,

Fig. 3 die schematische Darstellung eines Sendemoduls in Verbindung mit dem Aufbau der optischen und elektrooptischen Komponenten auf einem Trägerkörper,

Fig. 4 die Befestigung und Fixierung des 3dB-Strahlteilerplättchens sowie eine Anordnung von Abstandshaltern, zwischen den beiden Trägerkörpern TK1, TK2,

Fig. 5 die Justiervorrichtung für 3dB-Strahlteilerplättchen auf Trägerkörper,

Fig. 6 eine weitere Möglichkeit zur Befestigung und Justierung des 3dB-Strahlteilerplättchens und

Fig. 7 eine Anordnungsmöglichkeit einer Lichtquelle.

Fig. 1 zeigt ein optisches Sendemodul mit einem Lichtquellenpaar bestehend aus der Lichtquelle L<sub>1</sub> und Lichtquelle L<sub>2</sub>, die auf einem Trägerkörper TK aus Silizium angeordnet sind, und deren optische Achsen O<sub>1</sub> und O<sub>2</sub> sich rechtwinklig in einem Punkt SP<sub>1</sub> schneiden. In diesem Schnittpunkt ist eine teildurchlässige Spiegelfläche SF, z.B. ein 3dB-Strahlteilerplättchen (halbdurchlässiger Spiegel), angeordnet. Auf der optischen Achse O<sub>1</sub> trifft dabei der reflektierte Teilstrahl der einen Lichtquelle L<sub>2</sub> und der durchgelassene Teilstrahl der anderen Lichtquelle L<sub>1</sub> zusammen. Dasselbe trifft sinngemäß auf die optische Achse O<sub>2</sub> zu.

Fig. 2 zeigt einen Aufbau, bei dem zwei Lichtquellenpaare L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> und L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> in der Weise angeordnet sind, daß die optischen Achsen O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub> mit den reflektierten und durchgelassenen Teilstrahlen eines ersten Lichtquellenpaares L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> auf die optischen Achsen O<sub>3</sub>, O<sub>4</sub> eines zweiten Lichtquellenpaares L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> in zwei weiteren Schnittpunkten SP<sub>3</sub> und SP<sub>4</sub> treffen und daß in diesen Schnittpunkten SP<sub>3</sub>, SP<sub>4</sub> teildurchlässige Spiegelflächen SF angebracht sind. Dabei sind diese Spiegelflächen SF in einer derartigen Winkellage zu den optischen Achsen O<sub>1</sub>, O<sub>4</sub> und O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> der Lichtquellen L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> angeordnet, daß die reflektierten und durchgelassenen Teilstrahlen des ersten Lichtquellenpaares L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> einerseits sowie die durchgelassenen und reflektierten Teilstrahlen des zweiten Lichtquellenpaares L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> andererseits jeweils zusammentreffen. Die Lichtquellenpaare L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> und L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> sind dabei jeweils hinsichtlich ihrer Strahlrichtung bzw. optischen Achse in einem rechten Winkel in einer Ebene angeordnet. Genau in den Schnittpunkten SP<sub>1</sub>, SP<sub>2</sub>, SP<sub>3</sub> und SP<sub>4</sub> sind je eine teildurchlässige Spiegelfläche SF angeordnet, so daß die Lichtwellen der vier Lichtquellen L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub> jeweils in der Art zusammentreffen, daß entlang ihrer optischen Achsen O<sub>1</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, O<sub>4</sub> jeweils vier Lichtsignale überlagert werden.

Die wegen der besseren Darstellung in die Fig. 1 und Fig. 2 eingezeichnete teildurchlässigen Spiegelflächen

unterstreichen den schematischen Charakter der beiden Figuren. Die Lichtquellen  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  und  $L_4$  sind auf einem Trägerkörper TK1 angeordnet (siehe Fig. 3).

Entsprechend der Fig. 2 ist in Fig. 3 eine ins einzelne gehende Ausgestaltung des Trägerkörpers TK1 dargestellt. Die eingezeichneten Symmetrieachsen SA deuten die Lage der teildurchlässigen Spiegel an. Die Lichtstrahlen aus den Sendern  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ ,  $L_4$  gelangen über Kugellinsen KL und teildurchlässige Spiegelflächen SF in jeweils gleicher Zusammensetzung in die Lichtwellenleiter LWL, die in V-förmige Nuten N eingebracht sind. Die Nuten und die aktiven und passiven Bauelemente sind dabei auf demselben Trägerkörper TK1 angeordnet.

Die vier teildurchlässigen Spiegelflächen können dabei auf einem zweiten Trägerkörper TK2 angeordnet sein, wie in Fig. 4 in einer Schnittdarstellung verdeutlicht.

Beim Zusammenfügen der Trägerkörper TK1, TK2, wie in Fig. 4 angedeutet, werden die Spiegel genau in die Position gebracht, die in Fig. 3 durch die Symmetrieachsen SA verdeutlicht ist. Die Lichtwellen erzeugenden Bauelemente sind z.B. Laserdioden LD. Die Kontrolldioden MD dienen zur Überprüfung der Lichtleistung der Laserdioden LD. Die Laserdiode LD ist dabei auf einem Hilfsträger HTR angebracht. Fig. 7 verdeutlicht die Teileanordnung.

In Fig. 4 ist ein Ausschnitt einer seitlichen Profilan-sicht der beiden Trägerkörper TK1 und TK2 dargestellt. Für die Zusammenfügung werden dabei Abstandshalter AB verwendet, die sowohl die beiden Trägerkörper verbinden als auch beim Zusammenlöten der Trägerkörper TK1 und TK2 für eine ausreichende Wärmeisolierung zu den auf dem Trägerkörper TK1 angeordneten Bauteilen sorgen.

Die Fixierung sowie Justierung der teildurchlässigen Spiegelflächen SF kann dabei durch U-förmige Nuten RN sowie durch Glaslot GL wie in Fig. 4 oder, wie in Fig. 6 angedeutet, durch ein Zusammenlöten der teilweise metallisierten Oberflächen M des Trägerkörpers TK2 und der teildurchlässigen Spiegelfläche SF mit einem Lot L verwirklicht werden.

Durch Anschlagfläche ASF einer Lehre L wird die nötige exakte Position der teildurchlässigen Spiegelflächen SF bestimmt. Die Haltevorrichtung HV (Fig. 5) fixiert die teildurchlässigen Spiegelflächen SF während des Lötvorganges.

#### Patentansprüche

1. Optisches Sendemodul zur Signalübertragung aus mehreren Lichtquellen auf mehrere Lichtwellenleiter, **dadurch gekennzeichnet**,

daß ein erstes Lichtquellenpaar ( $L_1$ ,  $L_2$ ) auf einem Trägerkörper (TK) derart angeordnet ist,

daß sich die optischen Achsen ( $O_1$ ,  $O_2$ ) des von dem ersten Lichtquellenpaar ( $L_1$ ,  $L_2$ ) ausgehenden Lichtes in einem Schnittpunkt treffen und daß in diesem Schnittpunkt ( $SP_1$ ) eine teildurchlässige Spiegelfläche (SF) angebracht ist, wobei diese Spiegelfläche (SF) eine derartige Winkellage zu den optischen Achsen ( $O_1$ ,  $O_2$ ) des ersten Lichtquellenpaars ( $L_1$ ,  $L_2$ ) hat,

daß die optische Achse des durchgelassenen Teilstrahls der einen Lichtquelle ( $L_1$ ) des ersten Lichtquellenpaars ( $L_1$ ,  $L_2$ ) mit der optischen Achse des reflektierten Teilstrahls der anderen Lichtquelle ( $L_2$ ) des ersten Lichtquellenpaars ( $L_1$ ,  $L_2$ ) zusam-

menfällt und zusätzlich die optische Achse des reflektierten Teilstrahls der einen Lichtquelle ( $L_1$ ) des ersten Lichtquellenpaars ( $L_1$ ,  $L_2$ ) mit der optischen Achse des durchgelassenen Teilstrahls der anderen Lichtquelle ( $L_2$ ) des ersten Lichtquellenpaars ( $L_1$ ,  $L_2$ ) zusammenfällt.

2. Anordnung optischer Sendemodule nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet

daß die optischen Achsen ( $O_1$ ,  $O_2$ ) eines ersten Lichtquellenpaars ( $L_1$ ,  $L_2$ ) mit dem reflektierten Teilstrahl der einen Lichtquelle ( $L_1$ ) des ersten Lichtquellenpaars ( $L_1$ ,  $L_2$ ) und dem durchgelassenen Teilstrahl der anderen Lichtquelle ( $L_2$ ) des ersten Lichtquellenpaars ( $L_1$ ,  $L_2$ ) auf der einen optischen Achse ( $O_2$ ) des ersten Lichtquellenpaars ( $L_1$ ,  $L_2$ )

sowie dem durchgelassenen Teilstrahl der einen Lichtquelle ( $L_1$ ) des ersten Lichtquellenpaars ( $L_1$ ,  $L_2$ ) und dem reflektierten Teilstrahl der anderen Lichtquelle ( $L_2$ ) des ersten Lichtquellenpaars ( $L_1$ ,  $L_2$ ) auf der anderen optischen Achse ( $O_1$ ) des ersten Lichtquellenpaars ( $L_1$ ,  $L_2$ ) mit den optischen Achsen ( $O_3$ ,  $O_4$ ) eines zweiten Lichtquellenpaars ( $L_3$ ,  $L_4$ ) mit dem reflektierten Teilstrahl der einen Lichtquelle ( $L_3$ ) des zweiten Lichtquellenpaars ( $L_3$ ,  $L_4$ ) und dem durchgelassenen Teilstrahl der anderen Lichtquelle ( $L_4$ ) des zweiten Lichtquellenpaars ( $L_3$ ,  $L_4$ ) auf der einen optischen Achse ( $O_4$ ) des zweiten Lichtquellenpaars ( $L_3$ ,  $L_4$ )

sowie dem durchgelassenen Teilstrahl der einen Lichtquelle ( $L_3$ ) des zweiten Lichtquellenpaars ( $L_3$ ,  $L_4$ ) und dem reflektierten Teilstrahl der anderen Lichtquelle ( $L_4$ ) des zweiten Lichtquellenpaars ( $L_3$ ,  $L_4$ ) auf der anderen optischen Achse ( $O_3$ ) des zweiten Lichtquellenpaars ( $L_3$ ,  $L_4$ ) in zwei weiteren Schnittpunkten ( $SP_3$ ,  $SP_4$ ) zusammentreffen

und daß in diesen Schnittpunkten ( $SP_3$ ,  $SP_4$ ) ebenfalls teildurchlässige Spiegelflächen (SF) angebracht sind, wobei diese Spiegelflächen (SF) eine derartige Winkellage zu den optischen Achsen ( $O_1$ ,  $O_3$ ;  $O_2$ ,  $O_4$ ) der Lichtquellen ( $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ ,  $L_4$ ) haben daß die reflektierten und durchgelassenen Teilstrahlen des ersten Lichtquellenpaars ( $L_1$ ,  $L_2$ ) einerseits sowie die reflektierten und durchgelassenen Teilstrahlen eines zweiten Lichtquellenpaars ( $L_3$ ,  $L_4$ ) andererseits jeweils auf allen optischen Achsen ( $O_1$ ,  $O_2$ ,  $O_3$ ,  $O_4$ ) auftreten.

3. Optisches Sendemodul nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die teildurchlässigen Spiegelflächen (SF) 3dB-Strahlteiler sind.

4. Optisches Sendemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Trägerkörper (TK) aus Silizium besteht.

5. Optisches Sendemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Befestigung und/oder Justierung der teildurchlässigen Spiegelfläche(n) (SF) auf einem Trägerkörper (TK1), die weiteren Komponenten des Sendemoduls auf dem anderen Trägerkörper (TK2) angeordnet sind.

6. Optisches Sendemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß durch Vorzugsätzen des einen Trägerkörpers (TK1) V-förmige und/oder trapezförmige Nuten (N) eingearbeitet sind, wobei in den Nuten Lichtwellenleiter (LWL) und/oder Kugellinsen (KL) einbringbar sind.

7. Optisches Sendemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem anderen Trägerkörper (TK2) U-förmige Nuten ausgearbeitet sind, in denen die teildurchlässigen Spiegelfläche(n) (SF) fixiert sind.

5

8. Optisches Sendemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Fixierung der teildurchlässigen Spiegelfläche(n) (SF) in den U-förmigen Nuten (RN) im anderen Trägerkörper (TK2) durch Zusammenlöten der teilweise metallisierten Oberflächen (M) der aneinandergrenzenden Flächen des Trägerkörpers (TK2) und der teildurchlässigen Spiegelfläche (SF) verwirklicht ist.

10

9. Optisches Sendemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Fixierung der teildurchlässigen Spiegelfläche in den U-förmigen Nuten (RN) im anderen Trägerkörper (TK2) durch Glaslot (GL) verwirklicht ist.

15

10. Optisches Sendemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das von den Lichtquellen ausgestrahlte Licht vor seinem erstmaligen Auftreffen auf die teildurchlässige Spiegelfläche durch eine Kugellinse zu einem parallelen Lichtstrahl gebündelt wird.

20

25

11. Optisches Sendemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Trägerkörper (TK1, TK2) über Abstandshalter (AB) verbunden sind.

12. Optisches Sendemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweiligen überlagerten Lichtstrahlen durch weitere Strahlteiler (SF) weiter aufgeteilt sind.

30

13. Optisches Sendemodul nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweiligen überlagerten Lichtstrahlen durch eine Kugellinse (KL) auf den Eingang eines Lichtwellenleiters (LWL) fokussiert sind.

35

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

40

45

50

55

60

65

– Leerseite –

FIG 1

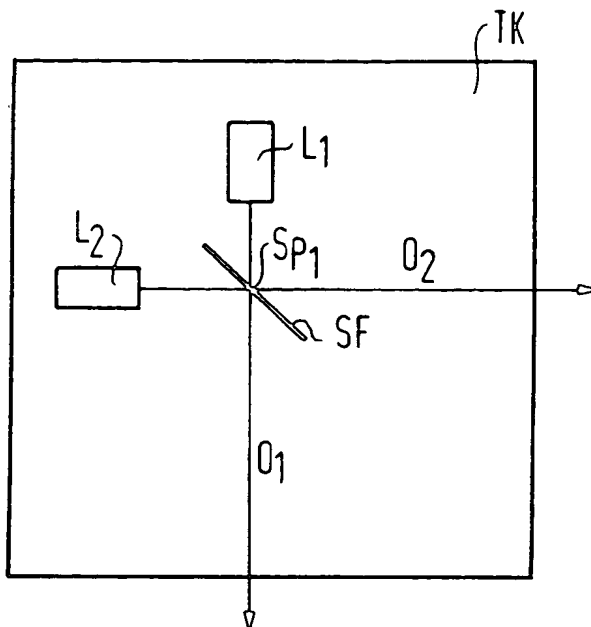


FIG 2

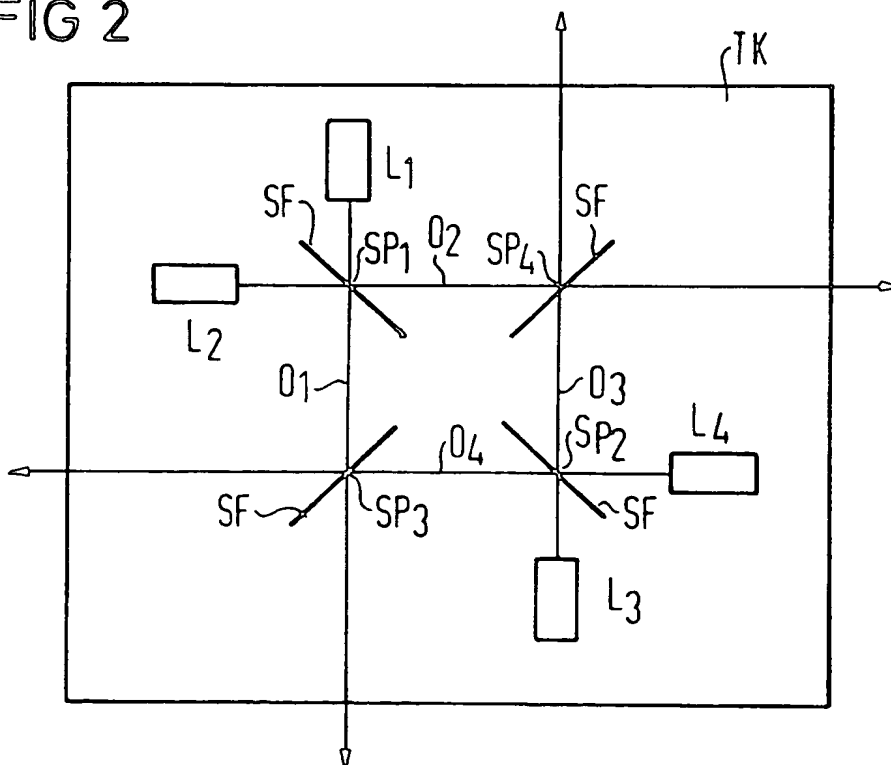




FIG 3

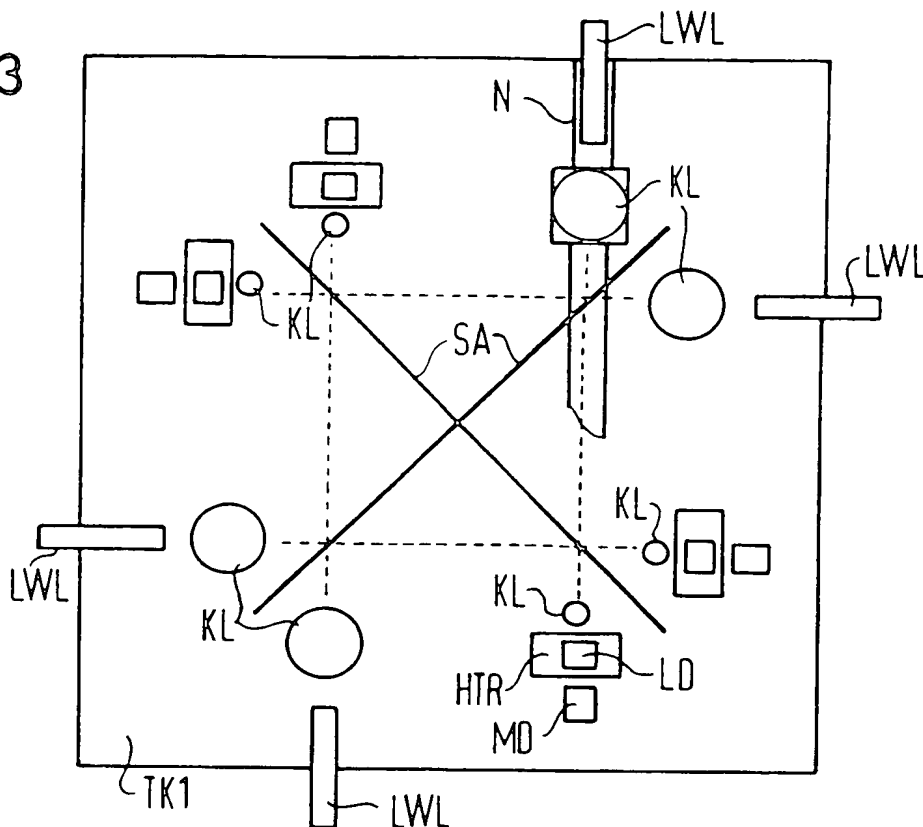


FIG 4

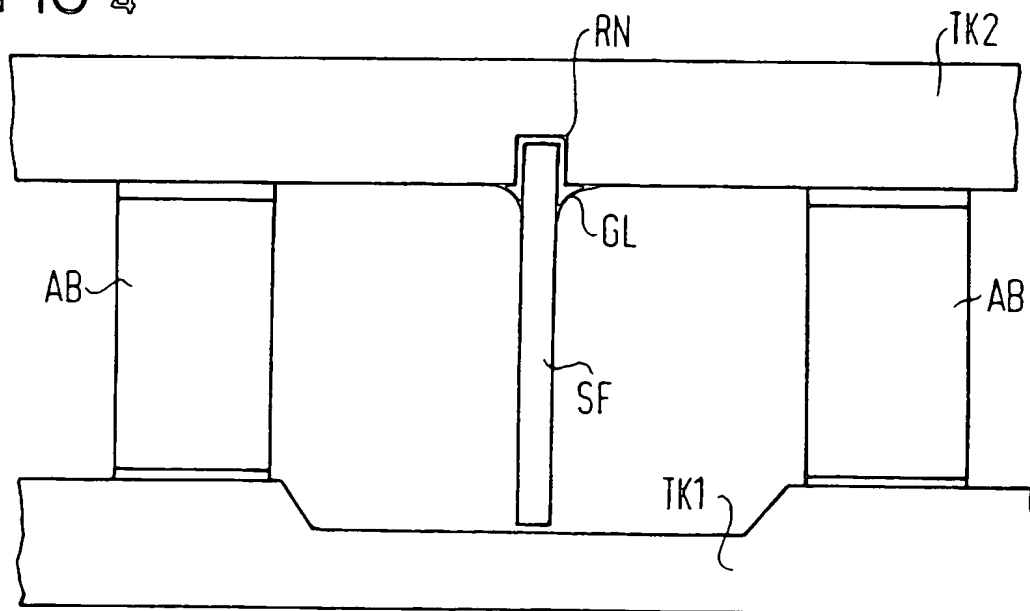


FIG 5

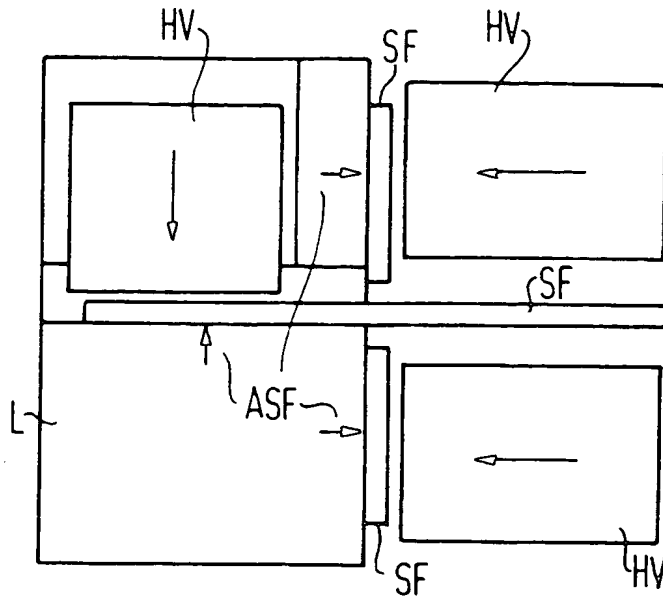


FIG 6

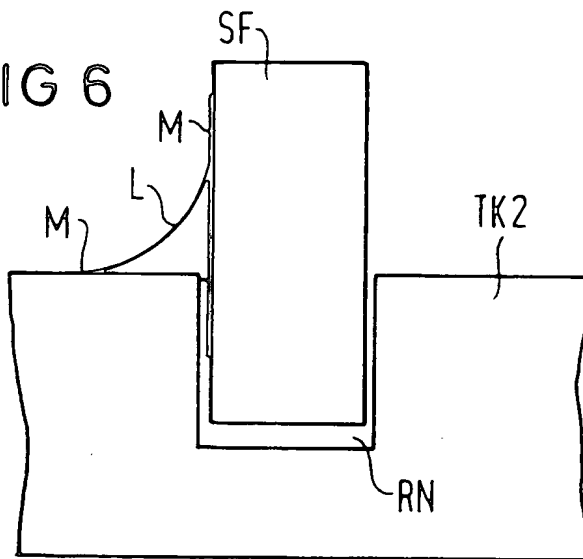


FIG 7

